

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Калибраторы импеданса М-500В, М-550

Назначение средства измерений

Калибраторы импеданса М-500В и М-550 предназначены для воспроизведения единицы электрического сопротивления, емкости и индуктивности в диапазоне частот от 100 Гц до 20 кГц (М-500В) и от 20 Гц до 1 МГц (М-550).

Описание средства измерений

Принцип действия калибраторов основан на воспроизведении значений сопротивления, емкости и индуктивности с помощью встроенных резисторов, конденсаторов и имитаторов индуктивности. Ввод через клавиатуру цифровых значений воспроизводимых параметров активирует реле, которые переключают компоненты. Для компенсации влияния соединительных проводников и собственного импеданса измерителей RLC в калибраторах предусмотрены функциональные кнопки SHORT (короткое замыкание, КЗ) и OPEN (холостой ход, ХХ).

Калибраторы М-500В позволяют подключать измерители RLC по схеме двухполюсного (двухпроводного, 2W), трехполюсного (трехпроводного) и четырехполюсного (четырёхпроводного, 4W) включения. Калибраторы М-550 позволяют подключать измерители RLC по четырехпарному (4TP), двухполюсному (двухпроводному, 2W) и четырехполюсному (четырёхпроводному, 4W) включению.

Передняя панель обоих калибраторов оборудована дисплеем, цифровой клавиатурой, кнопками управления и выходными коаксиальными разъемами BNC. Кроме того, на передней панели калибратора М-550 имеются дополнительные четыре клеммы в виде гнезда под штекер типа «банан». На задней панели калибратора М-500В размещены розетка для электропитания, соединитель интерфейса IEEE-488 и клемма заземления. На задней панели калибратора М-550 дополнительно размещены четыре разъема BNC для подключения внешней меры, а для интерфейса использованы соединители IEEE-488 и RS-232.

Общий вид калибраторов импеданса представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид калибраторов импеданса

Программное обеспечение

Калибраторы импеданса М-500В и М-550 имеют встроенное программное обеспечение (ПО). Встроенное ПО выполняет функции отображения, хранения и передачи данных. Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	М-500В	М-550
Идентификационное наименование ПО	M500 CPU10.bin	M550cpu.upl
Номер версии (идентификационный номер ПО)	10	1.002
Цифровой идентификатор	BD4DBC15 (CRC32)	6AD1F8B2 (CRC32)
Примечание. Версия ПО должна быть не ниже указанной в таблице		

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений метрологически значимой части ПО и результатов измерений соответствует уровню «средний» по Р 50.2.077-2014.

Влияние ПО учтено при нормировании метрологических характеристик.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 1 – Метрологические характеристики калибраторов импеданса М-500В, М-550

Наименование характеристики	Обозначение приборов	
	М-500В	М-550
Диапазон номинальных значений сопротивления (R), Ом	0,1 – 1·10 ⁷	0,1 – 1·10 ⁸
Диапазон номинальных значений емкости (C), Ф	1·10 ⁻¹¹ – 1·10 ⁷	1·10 ⁻¹¹ – 1·10 ⁸
Диапазон номинальных значений индуктивности (L), Гн	1,1·10 ⁻³ – 10	1·10 ⁷ – 10
Диапазон частот	100 Гц — 20 кГц	20 Гц – 1 МГц
Отклонение от номинального значения встроенных эталонов, %		
R	0,05 – 10	0,05 – 10
C	менее 5	менее 5
L	менее 15	менее 15
Пределы допускаемой относительной погрешности, %	указаны в таблицах 2 - 4	указаны в таблицах 5 - 7
Потребляемая мощность, В·А, не более	65	40
Условия применения		
температура окружающего воздуха, °С	20 – 30	15 – 30
относительная влажность воздуха, не более, %	70	80
атмосферное давление, кПа	101±4	101±4
Средний срок службы, лет	10	10
Масса, кг, не более	12	12
Габаритные размеры (Ш×Г×В), мм, не более	450×480×135	450×430×150

Таблица 2 – Метрологические характеристики в режиме воспроизведения сопротивления калибратора М-500В

Номинальное значение	Нестабильность за год	Пределы допускаемой погрешности R*, ±	Макс. темп. коэф.	Q*	I _{max}
	×10 ⁻⁶ , ±				
Четырехполюсное включение					
SHORT	50 мкОм (абс.знач.)	-	-	-	500
0,1 Ом	30	0,1	2	менее 100	500
1,0 Ом	30	0,1	2	менее 10	200
10 Ом	30	0,05	2	менее 1	50
100 Ом	30	0,05	2	менее 1	15
1 кОм	30	0,05	2	менее 1	5
10 кОм	30	0,05	2	менее 5	1,5
100 кОм	30	0,05	2	менее 50	0,50
1,0 МОм	30	0,1	2	менее 500	0,05
10 МОм	100	0,2	50	менее 50	0,005
Двухполюсное включение					
SHORT	50 МОм (абс.знач.)	-	-	-	500
10 Ом	5000	0,5	2	-	50
100 Ом	500	0,05	2	-	15
1,0 кОм	50	0,05	2	-	5
10 кОм	30	0,05	2	-	1,5
100 кОм	30	0,5	2	-	0,50
1,0 МОм	30	5,0	2	-	0,05
Примечание: * при частоте 1 кГц					
Q – добротность, определяется по формуле $2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_s / R_s$ или $1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_p \cdot R_p)$;					
I _{max} – максимальное значение измерительного тока					

Таблица 3 – Метрологические характеристики в режиме воспроизведения емкости калибратора М-500В

Номинальное значение	Нестабильность за год	Пределы допускаемой погрешности C*, ±	Макс. темп. коэф.	Макс. значение D*	U _{max}
	×10 ⁻⁶ , ±				
Четырехполюсное включение					
OPEN	5 фФ (абс.знач.)	-	-	-	50
10 пФ	100	2,0	20	500	50
100 пФ	100	0,2	20	50	50
1 нФ	100	0,05	20	10	50
10 нФ	100	0,05	20	5	50
100 нФ	100	0,05	20	5	50
1 мкФ	200	0,1	-150	10	15
10 мкФ	200	0,1	-150	50	1,5
Двухполюсное включение					
OPEN	5 фФ (абс.знач.)	-	-	-	50
100 пФ	100	50	20	-	50

1 нФ	100	5,0	20	-	50
10 нФ	100	0,5	20	-	50
100 нФ	100	0,1	20	-	50
1 мкФ	200	0,5	-150	-	15
10 мкФ	200	5,0	-150	-	1,5

Примечание: * при частоте 1 кГц
D – тангенс угла потерь, U_{\max} – максимальное значение измерительного напряжения

Таблица 4 – Метрологические характеристики в режиме воспроизведения индуктивности калибратора М-500В

Номинальное значение	Нестабильность за год $\times 10^{-6}, \pm$	Пределы допускаемой погрешности L^*, \pm	Макс. темп. коэф. $\times 10^{-6} \cdot K^{-1}$	Мин. значение Q^*	I_{\max}
Четырехполюсное включение					
1 мГн	200	0,5	100	10	100
10 мГн	200	0,5	100	10	100
100 мГн	100	0,5	20	-	-
1 Гн	100	0,5	100	2,5	80
10 Гн	100	0,5	100	-	-
Двухполюсное включение					
1 мГн	200	1,0	100	-	100
10 мГн	200	1,0	100	-	100

Примечание:
* при $f = 1$ кГц (1 мГн, 10 мГн, 1 Гн); при $f = 10$ кГц (100 мГн); при $f = 100$ Гц (10 Гн)

Таблица 5 – Пределы допускаемой относительной погрешности в режиме воспроизведения сопротивления калибратора М-550

Номинальное значение	0,1 Ом		1 Ом		10 Ом		100 Ом		1 кОм		10 кОм		100 кОм		1 МОм		10 МОм		100 МОм	
	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON
Частота, Гц	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, ±																			
20-39	0,3	0,2	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,1	0,1
40-74	0,3	0,2	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,1	0,1
75-199	0,3	0,2	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,1	0,1
200-399	0,3	0,2	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,2	0,1
400-749	0,3	0,2	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,5	0,2
750-1 999	0,3	0,2	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	1,0	0,5
2 000-3 999	0,5	0,3	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	2,0	1,0
4 000-7 499	1,0	0,5	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,1	0,05	3,0	2,0
7 500-19 999	4,0	1,0	0,15	0,1	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,05	0,05	0,5	0,25	-	-
20 000-39 999	-	-	0,2	0,1	0,07	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,1	0,05	0,2	0,1	-	-	-	-
40 000-74 999	-	-	0,5	0,15	0,1	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,2	0,05	0,5	0,2	-	-	-	-
75 000-199 999	-	-	2,0	0,2	0,2	0,05	0,05	0,02	0,05	0,02	0,03	0,05	0,3	0,1	1,0	0,5	-	-	-	-
200 000-399 999	-	-	-	-	0,3	0,1	0,07	0,1	0,07	0,03	0,07	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
400 000-749 999	-	-	-	-	0,5	0,15	0,2	0,2	0,2	0,05	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
750 000-1 000 000	-	-	-	-	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: надпись «CORR ON» отображается на дисплее при проведении операций по учету начальных параметров «SHORT» (короткое замыкание, КЗ) и «OPEN» (холостой ход, XX), надпись «CORR OFF» отображается в остальных случаях

Таблица 6 - Пределы допускаемой относительной погрешности в режиме воспроизведения емкости калибратора М-550

Номинальное значение	10 пФ		100 пФ		1 нФ		10 нФ		100 нФ		1 мкФ		10 мкФ		100 мкФ	
	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON
Частота, Гц	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, ±															
20-39	1,0	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
40-74	1,0	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
75-199	1,0	0,5	0,3	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,2
200-399	1,0	0,5	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,2
400-749	1,0	0,5	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,2
750-1999	1,0	0,5	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,2

2 000-3 999	1,0	0,5	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,2	0,2
4 000-7 499	1,0	0,5	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,1	0,5	0,2
7 500-19 999	1,0	0,5	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,3	0,2	1,0	1,0
20 000-39 999	1,0	0,5	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,05	0,15	0,1	-	-	-	-
40 000-74 999	1,0	0,5	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,25	0,15	-	-	-	-
75 000-199 999	1,0	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05	0,3	0,2	0,5	0,25	-	-	-	-
200 000-399 999	1,0	0,5	0,15	0,1	0,15	0,1	0,1	0,1	0,5	0,4	-	-	-	-	-	-
400 000-749 999	1,0	1,0	0,35	0,25	0,2	0,15	0,15	0,15	1,0	0,6	-	-	-	-	-	-
750 000-1 000 000	2,0	1,0	0,7	2,0	0,35	1,0	0,2	0,8	2,0	1,5	-	-	-	-	-	-

Примечание: надпись «CORR ON» отображается на дисплее при проведении операций по учету начальных параметров «SHORT» (короткое замыкание, КЗ) и «OPEN» (холостой ход, XX), надпись «CORR OFF» отображается в остальных случаях

Таблица 7 - Пределы допускаемой относительной погрешности в режиме воспроизведения индуктивности калибратора М-550

Номинальное значение	10 мкГн		100 мкГн		1 мГн		10 мГн		100 мГн		1 Гн		10 Гн	
	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON	CORR OFF	CORR ON
Частота, Гц	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, ±													
20-39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40-74	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
75-199	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200-399	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
400-749	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
750-1999	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3
2 000-3 999	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3
4 000-7 499	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	0,5
7 500-19 999	0,5	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	3,0	0,8
20 000-39 999	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	-	-	-	-
40 000-74 999	1,0	0,3	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1	0,5	0,2	-	-	-	-
75 000-100 000	2,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0,15	1,0	0,15	2,0	0,5	-	-	-	-

Примечание: надпись «CORR ON» отображается на дисплее при проведении операций по учету начальных параметров «SHORT» (короткое замыкание, КЗ) и «OPEN» (холостой ход, XX), надпись «CORR OFF» отображается в остальных случаях

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносят на боковую панель в виде наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации печатным способом.

Комплектность средства измерений

Наименование составляющей	Количество	
	М-500В	М-550
Калибратор импеданса	1 шт.	1 шт.
Сетевой шнур питания	1 шт.	1 шт.
Коаксиальный кабель BNC-BNC	4 шт.	4 шт.
Измерительный кабель «банан-банан»	-	4 шт.
Адаптер (переходник) BNC/«банан»	4 шт.	4 шт.
Руководство по эксплуатации	1 шт.	1 шт.
Методика поверки МП 2202-0054-2014	1 шт.	1 шт.
Предохранитель	1 шт.	1 шт.
Кабель RS-232	1 шт.	1 шт.

Поверка

осуществляется по документу МП 2202-0054-2014 «Калибраторы импеданса М-500В, М-550. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в марте 2015 г.

Основные средства поверки:

-Измеритель RLC Agilent E4980A R=1 МОм – 100 МОм; L= 10 нГн – 1 кГн; C=1 фФ – 10 мФ; $\delta = \pm(0,05 - 1) \%$; (в режиме компарирования – $\pm(0,02 - 0,4) \%$);

-меры сопротивления E1-5 R= 1 Ом – 10 кОм, $\delta R = \pm 0,01 \%$ (на постоянном токе), $\pm 0,02 \%$ (f=1 кГц);

-меры сопротивления P4015 R=100 кОм, P4016 R=1 МОм, P4017 R=10 МОм; $\delta R = \pm 0,005 \%$ (на постоянном токе), $\pm 0,005 \%$ (100 кОм), $\pm 0,01 \%$ (1 МОм), $\pm 0,05 \%$ (10 МОм) при f=1 кГц;

-составная мера сопротивления по ГОСТ Р 8.686-2009 R=100 МОм, $\delta R = \pm 0,5 \%$ (f=1 кГц);

-меры емкости P597 C= 0,1 нФ – 1 мкФ, $\delta C = \pm (0,02 - 0,05) \%$;

-мера емкости КМЕ-101 C= 10 пФ, $\delta C = \pm 0,02 \%$;

-меры индуктивности P5101-P5115 (P596) L=1 мкГн – 1 Гн, $\delta L = (0,02-0,05) \%$.

Сведения о методиках (методах) измерений

Приведены в руководствах по эксплуатации на калибраторы импеданса М-500В и М-550.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к калибраторам импеданса М-550В, М-500

1. ГОСТ 8.237-2003 ГСИ. Меры электрического сопротивления однозначные. Методика поверки.
2. ГОСТ 8.255-2003 ГСИ. Меры электрической емкости. Методика поверки.
3. ГОСТ 8.371-80 ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической емкости.

4. ГОСТ 8.732-2011 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений индуктивности.
5. ГОСТ 8.764-2011 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений электрического сопротивления.
6. ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.
7. МИ 1985-89 ГСИ. Меры индуктивности и взаимной индуктивности. Методика поверки.
8. Техническая документация фирмы-изготовителя.

Изготовитель

Фирма MEATEST, spol. s. r. o., Чешская Республика

Адрес: Железна 509/3

CZ – 619 00 Брно

Тел.: (+420) 543 250 886

Факс: (+420) 543 250 890

Электронная почта: meatest@meatest.cz

Веб-сайт: www.meatest.com

Заявитель

ООО «Брэнд Электроникс»

Адрес: 195271, г. Санкт-Петербург, Кондратьевский пр., д. 72А, офис 29Н

Тел./факс: (812) 702-17-90

Электронная почта: info@elbrand.ru

Веб-сайт: www.elbrand.ru

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»,

Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19

Тел./ факс: (812) 323-96-21; E-mail: Y.P. Semenov@vniim.ru

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30001-10 от 20.12.2010 г.

Заместитель

Руководителя Федерального агентства

по техническому регулированию

и метрологии

_____ С.С. Голубев

М.п. «__» _____ 2015 г.